

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-227646

(43)公開日 平成8年(1996)9月3日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 H 59/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 H 59/00

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-268708

(22)出願日 平成7年(1995)10月17日

(31)優先権主張番号 P 4 4 3 7 2 5 9 . 0

(32)優先日 1994年10月18日

(33)優先権主張国 ドイツ (D E)

(71)出願人 390039413

シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
SIEMENS AKTIENGESEL
LSCHAFT

ドイツ連邦共和国 ベルリン 及び ミュ
ンヘン (番地なし)

(72)発明者 ヘルムート シュラーク

ドイツ連邦共和国 ベルリン シュヴァー
ブシュテッター ヴェーク 30 アー

(72)発明者 ヨアヒム シムカート

ドイツ連邦共和国 ベルリン トーゴシュ
トラーセ 78

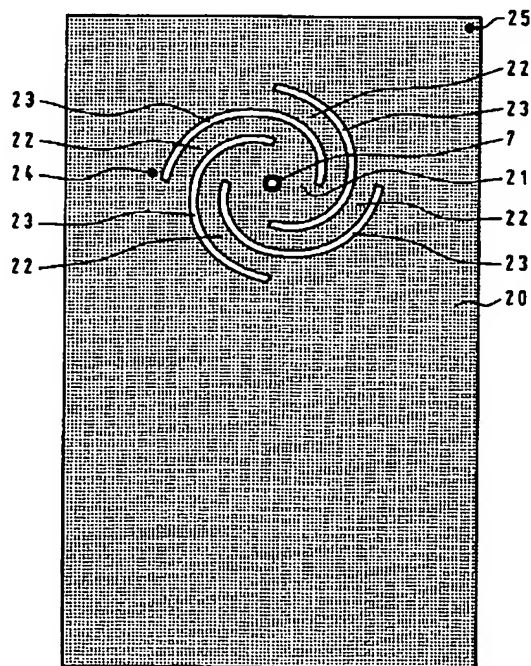
(74)代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 マイクロメカニカルリレー

(57)【要約】

【課題】 マイクロメカニカルリレーの接極子のばね舌状部が可及的にわずかな面しか必要とせず、しかしそのばね力が大きくて可及的に大きな接触力を生ぜしめ、残りのばね舌状部区分がベース電極に可及的に完全に密着するようにする。

【解決手段】 接触ばね区分 2 1 がすべての側をばね舌状部 2 0 によって取り囲まれていて、リング状に並べられている同じ向きに円弧状に湾曲せしめられた非半径方向のばねウェブ 2 2 を介して、ばね舌状部と線対称に結合されている。ばねウェブは、互いにオーバーラップしてリング状に配置され、全体として 3 6 0 ° を越える角度範囲にわたっている複数のスリット 2 3 によって形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ベース基体（10）と、このベース基体（10）上に位置する接極子基体（1）とを有する静電マイクロメカニカルリレーであって、ベース基体（10）は層状のベース電極（11）とベース接触片（13）とを有しており、接極子基体（1）は、それに一端部だけを結合されているばね舌状部（2；20；30；40）を有しており、このばね舌状部（2；20；30；40）は、層状の接極子電極（5）と、ばね舌状部（2；20；30；40）の自由端部の近くでばね舌状部（2；20；30；40）から部分的に切り離されている接触ばね区分（21；31；41）に設けられた接極子接触片（7）とを有しており、ばね舌状部（2；20；30；40）が休止状態にある場合には、層状の接極子電極（5）と層状のベース電極（11）との間にエアギャップ（14）が形成されており、接極子電極

（5）とベース電極（11）との間に制御電圧が印加されることによって作業状態に切り替えられると、ばね舌状部（2；20；30；40）がベース基体（10）に密着して、接触ばね区分（21；31；41）の弾性変形によって接極子接触片（7）とベース接触片（13）とが互いに接触するようになっている形式のものにおいて、接触ばね区分（21；31；41）がすべての側をばね舌状部（20；30；40）によって取り囲まれていて、リング状に並べられている同じ向きに円弧状に湾曲せしめられた非半径方向のばねウェブ（22；32・34；42）を介して、ばね舌状部（20；30；40）と線対称に結合されており、これらのばねウェブ（22；32・34；42）は、互いにオーバーラップしてリング状に配置され、全体として360°を越える角度範囲にわたっている複数のスリット（23；33・35；43）によって形成されていることを特徴とする、マイクロメカニカルリレー。

【請求項 2】 スリット（23；33・35）が同心的に互いに組み込んでいるらせん区分の形状を有していることを特徴とする、請求項 1 記載のリレー。

【請求項 3】 スリット（23；33・35；43）の角度範囲が全体として360°の1.5～3倍であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載のリレー。

【請求項 4】 接触ばね区分（21；31；41）が互いに同心的に配置されているリング状ばねウェブ（32・34）列によって保持されており、これらのリング状ばねウェブ列のばねウェブ（32・34）は互いに逆向きであり、各リング状ばねウェブ列において、ばねウェブ（32・34）がらせん形に互いに組み込んでいることを特徴とする、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載のリレー。

【請求項 5】 リング状に並べられたばねウェブ（42）が、それぞれ互いに逆向きのらせん区分の形の 2 つの互いに逆向きのスポーク区分（42a・42b）を有

していることを特徴とする、請求項 1 記載のリレー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ベース基体と、このベース基体上に位置する接極子基体とを有する静電マイクロメカニカルリレーであって、ベース基体は層状のベース電極とベース接触片とを有しており、接極子基体は、それに一端部だけを結合されているばね舌状部を有しており、このばね舌状部は、層状の接極子電極と、ばね舌状部の自由端部の近くでばね舌状部から部分的に切り離されている接触ばね区分に設けられた接極子接触片とを有しており、ばね舌状部が休止状態にある場合には、層状の接極子電極と層状のベース電極との間にエアギャップが形成されており、接極子電極とベース電極との間に制御電圧が印加されることによって作業状態に切り替えられると、ばね舌状部がベース基体に密着して、接触ばね区分の弾性変形によって接極子接触片とベース接触片とが互いに接触するようになっている形式のものに関する。

【0002】

【従来の技術】このようなマイクロメカニカルリレーはドイツ連邦共和国特許第 42 05 029 号明細書及び図面にによって既に公知である。この公知のマイクロメカニカルリレーは例えば結晶質の半導体基体、殊にシリコン基体から製作され、その場合接極子として役立つばね舌状部は、半導体基体に不純物拡散処理及びエッチング処理を施して形成される。ばね舌状部の接極子電極と平らなベース電極との間に制御電圧を印加することによって、湾曲したばね舌状部がいわゆる移動くさび（移動エアギャップ）を形成しながらベース電極に密着する。ばね舌状部はこの変形によって伸長状態になり、その自由端部に設けられている接極子接触片がベース基体のベース接触片に接触する。

【0003】更にこの公知文献に 1 実施例として記載されているばね舌状部においては、接極子接触片を保持している接触ばね区分がばね舌状部の縦側縁に対して平行な縦スリットによってばね舌状部から部分的に切り離されている。これによって、接触ばね区分の後方及び側方の残りのばね舌状部区分をベース電極上に平らに密着させ、これに対し接触ばね区分自体は、ベース接触片が突出しているために、上方に向かってわずかにたわんで、所望の接触力を生ぜしめるようにすることができる。

【0004】スリットの長さ及び位置を変化させることによって、接触ばね区分のばね力並びに切り替え特性曲線の経過を変化させることができる。接触ばね区分が互いに平行な 2 つの縦スリットによって切り離されている場合には、一般的に、接触ばね区分を可及的に短くかつ幅広くすると、大きなばね力が得られ、ひいては所望の大きな接触力を生ぜしめることができる。もちろん、これによって電極面が小さくされ、制御電圧が大きくな

り、接点の開閉の際の切り替え特性が悪くなる。簡単に言うと、両方の縦スリットの間の線に沿って比較的に剛性的にばね舌状部に連結されている比較的ばね力の大きい接触ばね区分は、応動電圧及び遮断電圧の範囲においてそれぞれ不確実な切り替え動作を生ぜしめ、接触ばね区分の側方の接極子電極部分は過度に遅くベース電極に密着し、電圧が減少する場合に過度に早くベース電極から離れる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明が解決しようとする課題は、最初に述べた形式のマイクロメカニカルリレーの接触ばね区分を次のように、すなわち、接極子のばね舌状部に可及的にわずかな面しか必要とせず、しかしそのばね力が大きくて可及的に大きな接触力を生ぜしめ、かつ残りのばね舌状部区分がベース電極に可及的に完全に密着することを可能ならしめるように、構成することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明の構成では、接触ばね区分がすべての側をばね舌状部によって取り囲まれていて、リング状に並べられている同じ向きに円弧状に湾曲せしめられた非半径方向のばねウェブ若しくはばねスポークを介して、ばね舌状部と線対称に結合されており、これらのばねウェブ若しくはばねスポークは、互いにオーバーラップしてリング状に配置され、全体として 360° を越える角度範囲にわたっている複数のスリットによって形成されているようにした。なお、以下の記載において、単に「ばねウェブ」若しくは「ばねスポーク」と記載されている場合でも、それは、「リング状に並べられている同じ向きに円弧状に湾曲せしめられた非半径方向のばねウェブ若しくはばねスポーク」を意味するものとする。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の有利な1実施形態では、ばねウェブ若しくはばねスポークを形成するスリットは同心的に互いに組み込んでいるらせん区分の形状を有しており、このらせん区分の長さひいてはオーバーラップの長さによって、スリットの間のばねウェブ若しくはばねスポークの長さを定めることができる。スリットの半径方向の間隔はばねウェブ若しくはばねスポークの幅を定める。要するに接触ばね区分のばね懸架部のばね力を簡単に定めることができる。いずれにせよ、ばねウェブ若しくはばねスポークのねじれを可能にするために、スリットをオーバーラップさせることが必要であり、このことは、スリットが前述のように全体として 360° を越える角度範囲にわたっているようにすることによって、達成される。したがってばねウェブ若しくはばねスポークの数が4である場合、各スリットの角度範囲は 90° よりも大きく、有利には各スリットの角度範囲は 135° と 270° との間であり、一般に、スリットの角度範囲

は全体として 360° の $1.5\sim 3$ 倍である。もちろんばねウェブ若しくはばねスポークの数は4に限定されるものではなく、必要に応じて2あるいは3に、あるいは4よりも大きい数にすることができる。もちろんばねウェブ若しくはばねスポークの数が大きい場合、ばねウェブの幅が小さくなり、接極子接点への導電路の幅が狭くなる。すなわち、接極子接点への電流の供給もばねウェブを介して行わなければならない。逆に、ばねウェブ若しくはばねスポークの数が2である場合には、スリットの端部に極めて大きな機械的応力が生ずる。

【0008】らせんばねの形式で回転対称的に1つの方向で互いに組み込んでいるスリットあるいはばねウェブによって、切り替えの際に、つまりばねウェブの軸方向のふれ及びねじれの際に、接極子接触片若しくは接触ばね区分及び接触ばね区分の側方の範囲の駆動部として役立つばね舌状部区分の揺動が生ぜしめられる。このため接点が摩擦を伴って閉じられることになり、このことは接触作用及び接触抵抗の点では有利であるが、接点の寿命を短縮することになる。

【0009】このような欠点を取り除くために、接触ばね区分が互いに同心的に配置された2つのリング状ばねウェブ列によって保持されており、両方のリング状ばねウェブ列のばねウェブは互いに逆向きであり、各リング状ばねウェブ列においてはばねウェブがらせん形に互いに組み込んでいるようにすると有利である。しかし、2つの完全に形成された同心的なリング状ばねウェブ列の代わりに、ただ1つのリング状ばねウェブ列の各ばねウェブを、各ばねウェブが2つの互いに逆向きのらせん状のウェブ区分を有しているように湾曲させることも考えられる。このようにして、互いに逆向きの2つのねじり過程が生ぜしめられ、これらのねじり過程の接触片に対する作用が互いに相殺されることになる。

【0010】

【実施例】以下においては、図面に示した実施例に基づいて本発明の構成を具体的に説明する。

【0011】図1は、本発明が適用される静電マイクロメカニカルリレーの基本的構造を概略的に示す。この場合接極子基体1有利にはシリコンウエハーに、接極子のばね舌状部2が相応に不純物拡散処理をされたシリコン層3の内部で選択的なエッチングによって形成されている。ばね舌状部2の下面には二重層4が生ぜしめられており、この二重層4は、図示の例では押圧応力を生ぜしめる SiO_2 層と引張り応力を生ぜしめる Si_3N_4 層とから成っている。これらの層の厚さを適当に選択することによって、ばね舌状部2を所望の形状に湾曲させることができる。更にばね舌状部2はその下面に接極子電極5として金属層を有している。この接極子電極5は例えば分割されていて、同一の平面内に接極子接触片7への金属導電路6が形成されている。

【0012】接極子基体1はベース基体10上に固定さ

れており、このベース基体10は図示の例では耐熱ガラスから成っているが、しかし例えばシリコンから形成することもできる。ベース基体10はその平らな表面上にベース電極11と、このベース電極11を接極子電極5に対して絶縁する絶縁層12とを保持している。ベース接触片13は図示していない形式で給電導体を備えており、もちろんベース電極11に対して絶縁されて配置されている。接極子電極5を有する湾曲したばね舌状部2とベース電極11との間にはくさび形のエアギャップ14が形成されている。電圧源15から接極子電極5とベ

ース電極11との間に電圧を印加すると、ばね舌状部2はベース電極11に向かって弾性変形し、これによってばね舌状部2が伸長して、接極子接触片7がベース接触片13と接続される。なお、図1においては大きさの比及び層の厚さは単に見やすいように示されているだけであって、実際の寸法比とは異なるものである。

【0013】接極子電極5がベース電極11上に平らに密着する場合に、接極子接触片7とベース接触片13とのために必要な接触力を生ぜしめるために、接極子接触片7は接触ばね区分9に配置されており、この接触ばね区分9は本来のばね舌状部2に対して部分的に切り離されていて、弾性的にたわむことができ、これによって接触力を生ぜしめることができる。図2には、既に提案されている接触ばね区分9の例が示されている。この接触ばね区分9はスリット8によって、ばね舌状部2の側縁に対して平行に切り離されていて、接触ばね区分9自体は板ばね舌状部の形を有している。この接触ばね区分9が片側でばね舌状部2に取り付けられていることによって、最初に述べた問題、すなわち、この接触ばね区分9が比較的に大きな面を必要とし、これによってばね舌

ばね舌状部の全長

ばね舌状部の幅

接触子接触片とばね舌状部の締め込み箇所との間隔

ばね舌状部の湾曲した区域の長さ

スリットの幅

スリットの角度範囲

コンピュータシミュレーションの結果は図4及び図5に示されている。図4は切り替え動作の際の、ばね舌状部20の種々の点とベース電極11との間隔Aと制御電圧Uとの関係を示す。曲線a7は接極子接触片7の間隔Aの経過を示し、曲線a24はリング状ばねウェブ列のそばの点24の間隔Aの経過を示し、曲線a25はばね舌状部20の先端の点25の間隔Aの経過を示す。図4のグラフは、閉じる場合並びに開く場合の明確な切り替え動作を示している。図5の接触力Fの経過も明確な切り替え動作を示している。応動電圧はほぼ11Vであり、点24及び25は瞬間的にベース電極11に密着し、接極子接触片7も瞬間的にベース接触片13に圧着される。応動状態において接極子接触片7とベース電極11との間隔はゼロになるのではなく、ほぼ2.5μmのベ

状態2の電極面が小さくなり、大きな接触力を生ぜしめるために、接触ばね区分を短くかつ幅広くすると、接触ばね区分9がばね舌状部2に片側で剛性的に連結されていることによって、スリット8の端部の区域及び接触ばね区分9の両側の電極区域において、切り替え動作が場合によって不安定になるという問題が生ずる。

【0014】図3は、接極子接触片7が、すべての側をばね舌状部20によって取り囲まれている回転対称的な接触ばね区分21に設けられている本発明によるばね舌状部20を示す。この接触ばね区分21は、リング状に並べられている同じ向きに円弧状に湾曲せしめられた非半径方向のばねウェブ（ばねスポーク）22によって保持されており、これらのばねウェブ22はスリット23によって形成されていて、互いに離されている。この場合スリット23はらせん区分として互いにオーバーラップしてリング状に配置されている。図3の例では、4つのばねウェブ若しくはばねスポーク22が設けられており、この場合ばねスポーク22の形成に役立つらせん状のスリット23はほぼ200°の角度範囲にわたっている。これによって、接極子接触片7の軸方向運動の際にばねウェブ22のねじりを生ぜしめるのに十分なオーバーラップが得られる。スリット23の長さ及び間隔に応じてばねウェブ22を柔らかくあるいは固くして、接触力を調整することができる。いずれにせよばねウェブ22は、その全範囲にわたって接触ばね区分21の回りで平らにベース電極11上に密着し得るように、柔らかくしておかなければならない。

【0015】図3のように構成されたばね装置の切り替え動作をコンピュータシミュレーションで検査した結果、次のような値が有利であると分かった：

1750μm

1000μm

1300μm

400μm

20μm

200°

ース接触片13の高さに相応する値になる。

【0016】リング状ばねウェブ列による接触ばね区分の取り付けばね力は、応動電圧においてばね舌状部20のすべての点が同時にベース電極11に密着するように、選択しておかなければならない。図5のグラフから分かるように、図3のようにばね懸架部を構成すると、ほぼ1.8mNの接触力が得られるが、この値は図2に示したような簡単なスリットによって切り離された接触ばね区分の場合に得られる接触力のほぼ6倍である。

【0017】図6は第2実施例のばね舌状部30を示す。この場合接触ばね区分31は、互いに同心的な2つのリング状ばねウェブ列によって、すなわち3つのばねウェブ（ばねスポーク）32及び3つのスリット33を有する内側のリング状ばねウェブ列と、やはり3つのば

ねウェブ（ばねスポーク）34及び3つのスリット35を有する外側のリング状ばねウェブ列とによって、懸架されている。これら両方のリング状ばねウェブ列は、ばねウェブのらせんの向きが互いに逆向きになっている。この形式で、図3のばね装置の場合に切り替え動作時にばねウェブ22のねじれによって生ぜしめられる揺動運動が回避される。それは、両方のリング状ばねウェブ列が互いに相殺し合う逆向きのねじり運動を行うからである。

【0018】図6の実施例では、互いに内外に位置する2つのリング状ばねウェブ列が同心的な連続している円形リング36（破線で示す）によって互いに分離されているが、同じ作用は図7の配置によっても達成することができる。図7においてはただ1つのリング状ばねウェブ列の各ばねウェブ（ばねスポーク）42が折り曲げられていて、互いに逆向きの2つの方向でねじり運動が行われるようになっている。すなわち図7においては、ばね舌状部40内で接触ばね区分41が、4つのばねウェブ42とそれらの間のスリット43を有するリング状ばねウェブ列によって懸架されている。各ばねウェブ若しくはばねスポーク42は第1のスポーク区分42aと第2のスポーク区分42bとを有しており、これらのスポーク区分42a・42bは互いにヘアピン状に接続している。スポーク区分42aは右回りらせんの形式で延びているのに対し、外側のスポーク区分42bは左回りらせんの形式で延びている。このために、スリット43は分岐せしめられている。この形式で、接極子接触片7が軸方向に動く場合に、スポーク区分42aがスポーク区分42bに対して逆方向にねじれ、したがって接極子接触片7の軸方向の動きはほとんど回転なしに行われる。

【0019】締め込み箇所における半径が増大せしめられていることによって、スリット端部における機械的応力が減少せしめられる。図7の配置は、わずかな所要スペースでねじり区域を申し分のない長さにするのを可能にする。

【0020】

【発明の効果】以上のように、リング状に並べられたばねウェブによって、接触ばね区分を本来のばね舌状部に同軸的に取り付けることによって、接触ばね区分は、極めて小さな面を有すればよく、本来の接触片よりもわずかに大きいだけで充分である。接触ばね区分の取り付けは、ねじりウェブの形のばねウェブ若しくはばねスポークを介して行われ、これらのばねウェブ若しくはばねスポークは、その形成スリットがリング状にオーバーラップ

しているために、ほぼ円弧の形状であり、ばね舌状部に対する接触ばね区分の所望の可動性並びに接触力を生ぜしめるための必要なばね力を、ばねウェブ若しくはばねスポークの位置及び幅を相応に定めることによって、極めてわずかな所要スペースで、調整することができる。要するに、回転対象的なねじりウェブを介しての取り付けは、長い舌状部状の板ばねを介しての、片側での取り付けに比して、所要スペースが著しくわずかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】湾曲した接極子ばね舌状部を有するマイクロメカニカルリレーの基本的構造を示した図2のI-I線に沿った断面図である。

【図2】図1のII-II線の方で見たばね舌状部の下面図である。

【図3】らせん形に区切られた接触ばね区分を有する本発明によるばね舌状部の平面図である。

【図4】らせん形の接触ばね区分の個々の点の運動経過と制御電圧との関係を示したグラフである。

【図5】接触力と制御電圧との関係を示したグラフである。

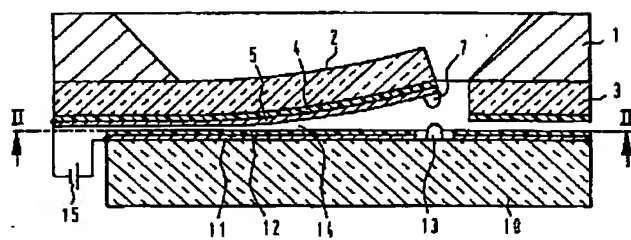
【図6】接触ばね区分が互いに同心的にかつ互いに逆向きに配置された2つのリング状ばねウェブ列によって懸架されている本発明によるばね舌状部の平面図である。

【図7】接触ばね区分が、それぞれ折れ曲がって湾曲せしめられているばねウェブを有するリング状ばねウェブ列によって懸架されている本発明によるばね舌状部の平面図である。

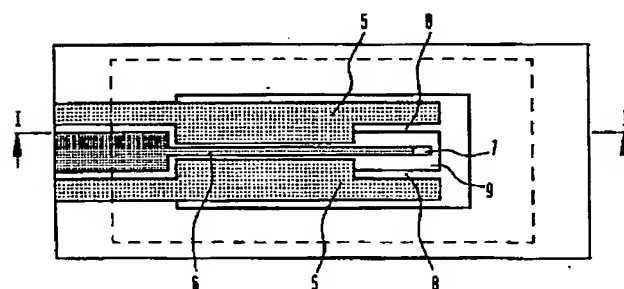
【符号の説明】

1 接極子基体, 2 ばね舌状部, 3 シリコン層, 4 二重層, 5 接極子電極, 6 金属導電路, 7 接極子接触片, 8 スリット, 9 接触ばね区分, 10 ベース基体, 11 ベース電極, 12 絶縁層, 13 ベース接触片, 14 エアギャップ, 15 電圧源, 20 ばね舌状部, 21 接触ばね区分, 22 ばねウェブ（ばねスポーク）, 23 スリット, 24 及び 25 点, 30 ばね舌状部, 31 接触ばね区分, 32 ばねウェブ（ばねスポーク）, 33 スリット, 34 ばねウェブ（ばねスポーク）, 35 スリット, 36 円形リング, 40 ばね舌状部, 41 接触ばね区分, 42 ばねウェブ（ばねスポーク）, 42a（第1の）スポーク区分, 42b（第2の）スポーク区分, 43 スリット, a 曲線, A 間隔, F 接触力, U 制御電圧

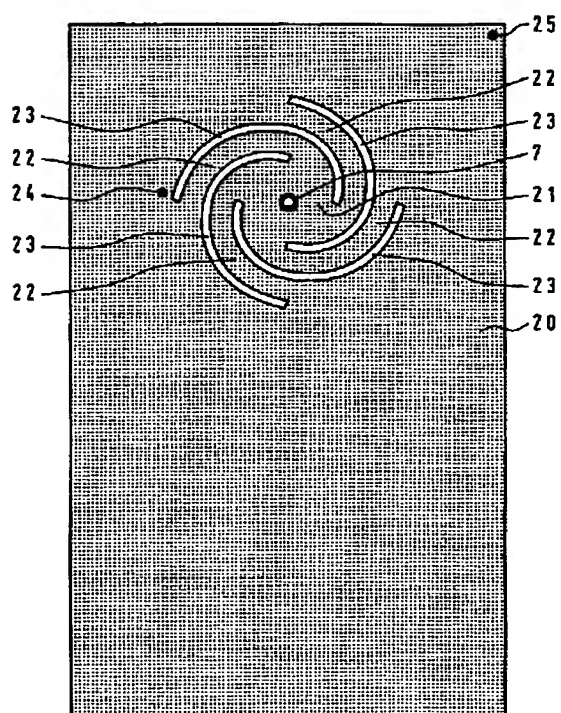
【図1】



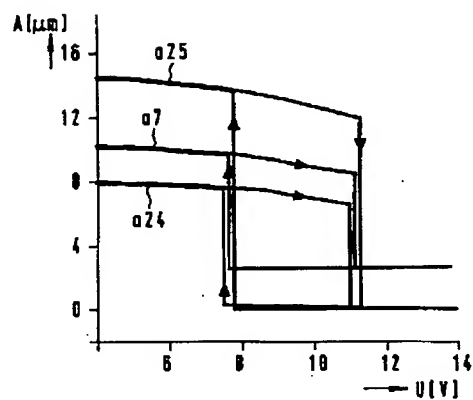
【図2】



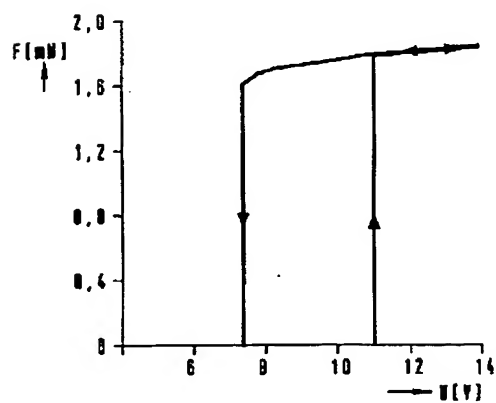
【図3】



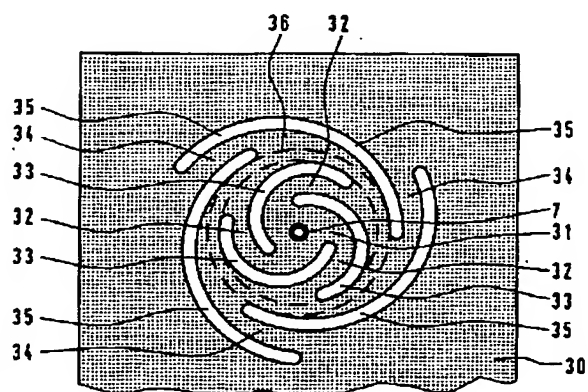
【図4】



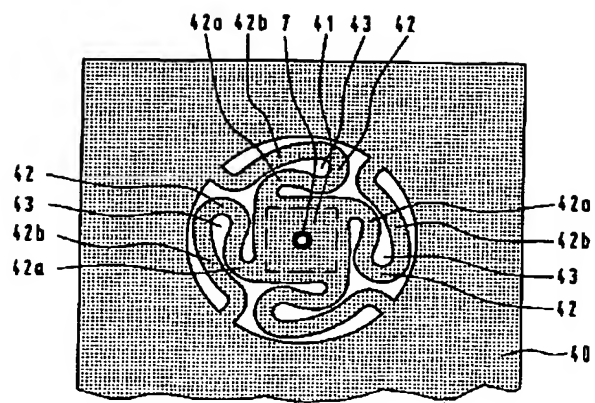
【図5】



【図6】



【図 7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)